TRABAJO DE EMBARQUE

DEL

REMOLCADOR MONTFORT

César Pérez Fernández

Licenciatura de Máquinas Navales

ÍNDICE

Índice 01
Índice de figuras 03
Índice de tablas 06
Introducción 07
Datos generales 08
Empresa 08
Remolcadores de Barcelona 09
Remolcador MONTFORT 09
Disposición general 11
Mantenimiento 15
Tipos de mantenimiento 15
Mantenimiento correctivo 15
Mantenimiento preventivo 16
Mantenimiento predictivo 16
Mantenimiento realizado a bordo 17
Mantenimiento correctivo realizado a bordo 17
Substitución de las válvulas de mariposa del piano de válvulas 17
Limpieza del intercambiador de calor de placas de combustible 20
Parada por el detector de niebla 22
Pérdidas en la bomba de baja presión de combustible 25
Cambio de culata 26
Rearme de los disparadores de las válvulas de seguridad 32
Mantenimiento preventivo realizado a bordo 33
Limpieza del detector de niebla 33
Comprobación del estado de los inyectores 34

Reglaje de válvulas de los motores principales 40

Reglaje de válvulas de los motores auxiliares 42

Cambio de filtros de gasoil de los motores auxiliares 44

Cambio del filtro de aceite de los motores auxiliares 46

Flexiones del eje del cigüeñal 48

Limpieza de generadores 51

Comprobación de la presión máxima de los cilindros 52

Comprobación del avance de los motores principales 54

Mantenimiento predictivo realizado a bordo 55

Substitución del agua de refrigeración de los motores principales 55

Conclusiones 59

Bibliografía 60

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 – Logos de empresa 08
Ilustración 2 – Centro de control 08
Ilustración 3 – Remolcador MONTFORT 10
Ilustración 4 – Taller de proa 12
Ilustración 5 – Pañol de popa 12
Ilustración 6 – Maquinilla de remolque 13
Ilustración 7 – Grúa PALFINGER 13
Ilustración 8 – Válvulas desgastadas de mariposa 18
Ilustración 9 – Desmontaje del piano de válvulas 18
Ilustración 10 – Válvulas nuevas de mariposa 19
Ilustración 11 – Montaje del piano de válvulas 19
Ilustración 12 – Colocación de placas identificativas 20
Ilustración 13 – Densímetro 20
Ilustración 14 – Desconexión de baterías 21
Ilustración 15 – Conexión de baterías nuevas 21
Ilustración 16 – Respiradero de baterías 22
Ilustración 17 – Comprobación de presión 22
Ilustración 18 – Desmontaje del enfriador de gasoil 23
Ilustración 19 – Limpieza del enfriador de gasoil 24
Ilustración 20 – Acumulador de presión 24
Ilustración 21 – Detector de niebla 25
Ilustración 22 – Limpieza de circuitos electrónicos 25
Ilustración 23 – Bomba de baja presión de gasoil 26
Ilustración 24 – Desgaste del reten de la bomba 26
Ilustración 25 – Virador eléctrico 27

Ilustración 26 – Acople del virador eléctrico 27
Ilustración 27 – tubo inyector 27
Ilustración 28 – Útil de extracción de culata 28
Ilustración 29 – Posición de los útiles de extracción 28
Ilustración 30 – Araña hidráulica 28
Ilustración 31 – Bomba manual 28
Ilustración 32 – Aflojado de la culata 29
Ilustración 33 – Útil protector de roscas 29
Ilustración 34 – Útil extractor de culata 30
Ilustración 35 – Izado de culata 30
Ilustración 36 – Limpieza de la camisa y del pistón 30
Ilustración 37 – Asiento de culata 31
Ilustración 38 – Culata de respeto 31
Ilustración 39 – Kit de juntas nuevas 31
Ilustración 40 – Disparadores de válvulas de seguridad 32
Ilustración 41 – Válvula de seguridad 33
Ilustración 42 – Kit de limpieza del detector de niebla 34
Ilustración 43 – Apertura del detector de niebla 34
Ilustración 44 – Tubería de reboses de la bomba de alta presión de combustible 35
Ilustración 45 – Útil para sacar inyectores 36
Ilustración 46 – Limpieza del asiento y camisa del inyector 36
Ilustración 47 – Despiece de inyectores 36
Ilustración 48 – Limpieza del espejo del inyector 37
Ilustración 49 – Molikote 37
Ilustración 50 – Tobera con molikote 37
Ilustración 51 – Tarado del inyector 38
Ilustración 52 – Tubería de alimentación de inyectores 39
Ilustración 53 – Apertura de la purga de soplado 39

Ilustración 54 – Colocación de las tapas del motor 40
Ilustración 55 – Comparador de holguras 41
Ilustración 56 – Tuerca inferior del balancín 42
Ilustración 57 – Vista superior de las válvulas 43
Ilustración 58 – Virador manual de motores auxiliares 43
Ilustración 59 – Reglaje de válvulas de motores auxiliares 44
Ilustración 60 – Útil para sacar filtros 45
Ilustración 61 – Untado del filtro de gasoil 45
Ilustración 62 – Selector del filtro de gasoil 45
Ilustración 63 – Bomba manual de aceite 46
Ilustración 64 – Forma de sacar el filtro 47
Ilustración 65 – Llenado de aceite del motor auxiliar 47
Ilustración 66 – Tapas del cárter 48
Ilustración 67 – Criterio de signos 49
Ilustración 68 – Secuencia de medidas 49
Ilustración 69 – Colocación del comparador de flexiones radiales 49
Ilustración 70 – Colocación del comparador de flexiones axiales 51
Ilustración 71 – Conexiones del generador 52
Ilustración 72 – Aceitera de limpieza 52
Ilustración 73 – Indicador de presiones 52
Ilustración 74 – Drenaje de agua de motores auxiliares 56
Ilustración 75 – Llenado de PROT-AIGUA 707 56
Ilustración 76 – Llenado de agua 56
Ilustración 77 – Recipiente de PROT-AIGUA 707 56
Ilustración 78 – Recipiente de PROT-AIGUA 707 56
Ilustración 79 – Purgado del circuito de agua 57
Ilustración 80 – Bidón de grasa 57
Ilustración 81 – Engrase de la bomba de agua 58

ÍNDICE DE TABLAS

Dimensiones	09
Equipo propulsor	10
Capacidad de tanques	10
Holguras permitidas	41
Flexiones máximas permitidas	48
Flexiones del motor principal de babor	50
Flexiones del motor principal de estribor	50
Parámetros de presiones máximas de babor a 995 rpm	53
Parámetros de presiones máximas de estribor a 995 rpm	54

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se ha realizado para la obtención de la asignatura de prácticas de embarque de la licenciatura de Máquinas Navales.

El trabajo consiste en todo el mantenimiento realizado en el buque en el cual he realizado las prácticas, se trata de un remolcador denominado MONTFORT que pertenece a la empresa Remolcadores de Barcelona, S.A. sita en el muelle Evaristo Fernández, s/n del Puerto de Barcelona.

El trabajo comenzará con una breve descripción de la empresa, posteriormente se realizará una descripción del remolcador MONTFORT y finalmente se explicará el mantenimiento realizado durante el tiempo de embarque.

El sistema utilizado para recabar toda la información se ha basado en observaciones propias que se han hecho a bordo del buque, en el uso de información obtenida en los manuales de instrucciones de los equipos y como no, de la información facilitada por el personal de la empresa Remolcadores de Barcelona, S.A.

El periodo de prácticas empezó en julio de 2008 y todavía a fecha de 22 de enero de 2008 sigo embarcado, ya que quiero conseguir los meses necesarios para obtener el título de Oficial de Tercera de la Marina Mercante. El hecho de hacer las prácticas en esta empresa es debido a que tengo otro trabajo, que no puedo dejar, por ello opté por una empresa que me permitiese compaginar ambas cosas.

DATOS GENERALES

Empresa

El Grupo Rebarsa lo forman un grupo de empresas, entre las cuales se encuentran:

- Remolcadores de Barcelona, S.A.
- Servicios de Puerto, Rada y Antipolución, S.A. (SPRA)
- Hercules International Towage Services, S.A. (HITSSA)

Ilustración 1 - Logos de empresa

El Grupo Rebarsa dispone de un edificio en el Puerto de Barcelona en el que además de la dirección y los servicios administrativos y comerciales de Remolcadores de Barcelona, S.A., SPRA y HITSSA, se encuentra ubicado un centro de mantenimiento propio que garantiza la operativa de las embarcaciones operadas por las empresas del Grupo según los criterios de calidad y seguridad que dictan las normas ISO 9001, ISO 14001 y el código ISM.

El centro de mantenimiento se complementa con un centro de control en el que se visualizan la posición de los remolcadores y los parámetros de funcionamiento de los principales componentes de la cámara de máquinas de los mismos. Tales parámetros son continuamente evaluados por el personal

Ilustración 2 - Centro de control

técnico especializado adscrito al centro de control y mantenimiento, constituyendo un apoyo indiscutible a las tripulaciones a bordo de los remolcadores ante cualquier eventualidad que pudiera darse en su operativa habitual.

Remolcadores de Barcelona

El Remolcador MONTFORT pertenece al grupo de empresas de REBARSA y más concretamente a Remolcadores de Barcelona S.A. Remolcadores de Barcelona es una de las primeras empresas de remolcadores de Europa. Desde su fundación en 1.886 viene desarrollando su actividad en el Puerto de Barcelona, ofreciendo un servicio de calidad 24 horas al día, 365 días al año. Actualmente Remolcadores de Barcelona dispone de seis buques remolcadores en el Puerto de Barcelona.

Remolcador MONTFORT

Dimensiones	
Año de construcción	2007
Eslora total	29.5 metros
Manga	11 metros
Puntal	4 metros
Calado máximo	6.9 metros
G.T.	386
Fuerza de tiro	77 Toneladas
Desplazamiento	1.341 Toneladas
Peso muerto	694 Toneladas

Peso en rosca	647 Toneladas
Sociedad de clasificación	Germanischer Lloyd
Puerto base	Barcelona

Equipo propulsor	
Motores principales	Rolls-Royce, Marine, Bergen
Potencia efectiva	4800 kW
Propulsores	Ulstein Aquamaster USS 255 CP

Ilustración 3 - Remolcador MONTFORT

Capacidad de tanques	
Combustible	85 m^3
Agua dulce	29 m^3
Aceite	9.2 m^3

Disposición general

El remolcador se ha construido con la cubierta principal corrida de proa a popa. La disposición general de éste se distribuye de la siguiente manera:

En el doble fondo y los costados tenemos los siguientes tanques:

- Cuatro tanques de gasoil
- Dos tanques de servicio diario de gasoil
- Un tanque de reboses de gasoil
- Cuatro tanques mixtos de gasoil o de oil-recovered
- Un tanque de aceite del propulsor
- Un tanque de aceite del motor
- Un tanque de aceite sucio
- Un tanque de lodos
- Dos tanques de agua dulce sanitaria
- Un tanque de agua de lastre
- Un tanque mixto de agua de lastre o de oil-recovered
- Dos tanques de líquido espumógeno

En la zona de bajo cubierta se encuentran los siguientes elementos, de proa a popa:

- Tanque de lastre
- Pañol y taller con tornillo, equipo de soldadura, herramientas, útiles...

Ilustración 4 - Taller de proa

- Cámara de propulsores, donde encontramos el equipo acimutal, el cuadro eléctrico, la planta séptica, el separador de sentinas, la central de alarmas y el PLC de los motores principales.
- Cámara de máquinas, donde encontramos los motores principales, los motores auxiliares, bomba contraincendios, bombas de servicios generales, bombonas de aire comprimido, compresores, box-coolers, piano de válvulas y depuradoras
- Pañol de popa, para estibar la línea de remolque de respeto, cabos y cubos, entre otras cosas.

Ilustración 5 - Pañol de popa

En la cubierta principal se encuentra, de proa a popa:

- Molinete del ancla, IBERCISA. Este buque incorpora dos anclas tipo Hall
- Habilitación, que incluye cuatro camarotes, con dos camas cada uno, dos aseos, la sala de estar-comedor y la cocina.
- Guardacalor.
- Maquinilla de remolque, IBERCISA
- Gancho de remolque FERRI, serie 1514

Ilustración 6 - Maquinilla de remolque

En el entrepuente tenemos, de proa a popa:

- La grúa electrohidráulica DAVIT INTERNATIONAL encargada del arriado y posterior izado del bote salvavidas Zodiac Ribo 340
- Dos balsas salvavidas
- El camarote del capitán
- Un pequeño pañol
- Una grúa electrohidráulica PALFINGER, modelo PK 23080M, encargada de la operación de Oil-Recovered.

Ilustración 7 - Grúa PALFINGER

El puente está situado sobre el camarote del capitán, para que tenga un fácil acceso a su puesto de trabajo.

MANTENIMIENTO

Tipos de mantenimiento

Existen tres tipos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función de los recursos utilizados, así tenemos:

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento tiene lugar cuando ocurre un fallo o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ningún fallo, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para tomar medidas de corrección de errores.

Presenta costes por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se puede dar el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.

La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento tiene lugar antes de que ocurra un fallo o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza cuando el fabricante estipule el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Como se realiza un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, tendremos las herramientas y repuestos necesarios a nuestra disposición.

Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal cualificado.

MANTENIMIENTO REALIZADO A BORDO

En la empresa Remolcadores de Barcelona se realiza principalmente mantenimiento preventivo y correctivo; únicamente se aplica el mantenimiento predictivo en el caso del análisis del aceite de lubricación y del agua de refrigeración de la maquinaria. Una empresa externa se encarga de este análisis y en función de los resultados procedemos al cambio o no.

La tripulación del barco consta de tres personas, un patrón, un mecánico y un marinero, que realizan turnos de 24 horas. El mecánico se encarga de realizar el mantenimiento preventivo y predictivo, en caso de que se produzca algún caso de correctivo llaman a la base y acuden más operarios para poner el barco en servicio en el menor tiempo posible.

Mantenimiento correctivo realizado a bordo

Sustitución de las válvulas de mariposa del piano de válvulas de combustible

Una válvula del piano de válvulas de gasoil no realizaba bien el sello y se producían pérdidas de gasoil por ella.

Ilustración 8 - Válvulas desgastadas de mariposa

Como se puede observar en la fotografía superior, estas válvulas no eran las adecuadas por que la junta de goma que realiza el sello no era compatible con el gasoil y éste la atacaba desgastándola, perdiendo así su función selladora. Por lo tanto se procedió al desmontaje de todas las válvulas del piano de válvulas.

Ilustración 9 - Desmontaje del piano de válvulas

Se pidieron válvulas nuevas. Antes de colocarlas se untaban con vaselina para facilitar su montaje.

Ilustración 10 - Válvula nueva de mariposa

Cuando colocábamos una válvula presentábamos los tornillos para poder tener movilidad para colocar la siguiente. Aun así fue necesario utilizar una pata de cabra.

Ilustración 11 - Montaje del piano de válvulas

Una vez montado el piano de válvulas se aprietan los tornillos y tuercas, y se pasa al montaje de las placas identificativas de cada válvula (placa en la que se indica la función de uso).

Ilustración 12 - Colocación de placas identificativas

Cambio de baterías de alimentación de servicios del puente.

No se disponía de servicio de 24 V en los servicios de puente, por ello se debe comprobar el nivel del electrolito, la tensión de las baterías y el estado de las conexiones las baterías que alimentan al puente.

Ilustración 13 - Densímetro

Se observó que pese a que el nivel de electrolito y el estado de las conexiones eran correctos las baterías de alimentación de servicios de puerto no estaban cargadas, de modo que se abrió un correctivo para proceder al cambio de éstas.

Los servicios de puente se alimentan por dos baterías de 12 voltios y 240 amperios hora conectadas en serie dando un voltaje total de 24 voltios.

Se desconectan los cables y se extraen las baterías antiguas.

Ilustración 14 - Desconexión de baterías

Seguidamente se colocan las baterías nuevas y se conectan en serie tal como se ve en la fotografía.

Ilustración 15 - Conexión de las baterías nuevas

Finalmente se coloca la tapa de las baterías, cuya función es la de respiradero, ya que las baterías producen hidrogeno.

Ilustración 16 - Baterías nuevas

Limpieza del intercambiador de calor de placas de combustible

Se abrió un correctivo ya que se detectó una alta presión (11 bares) en la línea de combustible que alimenta las bombas de alta presión de combustible del motor de estribor. Esta tubería pasa por dos acumuladores de presión, una válvula reguladora de presión y un intercambiador de calor que enfría el combustible a su salida de los inyectores para volver a enviarlo al tanque de servicio diario.

Se observa en el manómetro del motor de babor la presión de la misma línea y vemos que corresponde a 6 bares. Para que disminuyese la presión en el motor de estribor se abrieron las válvulas de tres vías que hacen que el combustible evite el intercambiador de calor y se volvió a comprobar la presión. Se observó que había bajado a su nivel normal (6 bares), por lo tanto desmontamos el intercambiador de gasoil.

Ilustración 17 – Comprobación de presiones

Una vez desmontado el intercambiador de calor se vio que estaba bloqueado por las galgas de plástico de los acumuladores, las cuales están en el interior de los acumuladores en una vejiga y se encargan de mantener la presión en un valor determinado, en nuestro caso 6 bares.

Ilustración 18 - Desmontaje del intercambiador de calor de gasoil

A continuación procedemos a la limpieza del intercambiador de calor de gasoil con limpiador dieléctrico, ya que es muy buen disolvente y desengrasante. Cada placa del enfriador se sumerge en el limpiador dieléctrico y luego se seca con un papel limpio.

Ilustración 19 - Limpieza del intercambiador de calor de gasoil

Desmontamos los acumuladores de presión y observamos su estado. Se pueden ver a simple vista las galgas de plástico en la salida que se comunica con la línea de presión. Esto nos indica que la vejiga interna de los acumuladores de presión se ha roto.

Ilustración 20 - Acumulador de presión

Se procede al cambio de los acumuladores de presión y la presión se mantiene en niveles normales, ya que el fallo fue debido a la obstrucción del intercambiador de calor de gasoil por las galgas de plástico de los acumuladores.

Parada por el detector de niebla

El detector de niebla no dejaba arrancar el motor principal de babor debido a que nos daba un alto contenido de combustible en los gases del cárter.

Se abrió un correctivo. En primer lugar se realiza una limpieza de los vidrios que protegen el sensor fotosensible del detector de niebla, pero el problema persistía.
Se desmontó el detector de niebla y se aplicó ANSATRONIC, que es un limpiador de seguridad de circuitos electrónicos y posteriormente se secó con papel limpio. En el momento de la limpieza se observaba el estado de las conexiones y se vio que había un cable suelto, se recolocó en su lugar y se acabó el problema.

Ilustración 21 - Detector de niebla

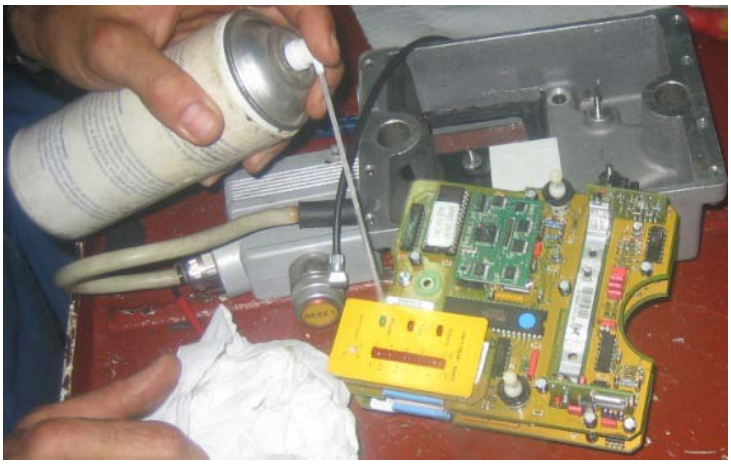

Ilustración 22 - Limpieza de los circuitos electrónicos

Bomba de combustible de baja presión del motor principal de babor

Se abrió un correctivo debido a que se producían perdidas de gasoil en la bomba de baja presión de combustible del motor principal de babor, esta bomba es la que

introduce gasoil en la línea de aspiración de las bombas de alta presión de combustible.

Ilustración 23 - Bomba de baja presión de gasoil

Se desmontó la bomba y observamos que el eje esta desgastado por el retén. Se opta por colocar una bomba nueva.

Ilustración 24 - Desgaste del reten de la bomba de combustible

Cambio de culata

Se abrió un correctivo debido a que el cilindro número tres del motor de estribor presentaba una fuga de agua. Se cree que es la junta de culata de cobre, ya que cuando ésta se deteriora los gases pueden pasar a la cámara de refrigeración de la

camisa y la culata, que están unidas, y quemar la junta de goma que hace sello con el exterior para que no salga agua al exterior.

El procedimiento es:

1. Colocamos el virador eléctrico.

Ilustración 25 - Virador eléctrico

Ilustración 26 - Acople del virador eléctrico

2. Quitamos las tapas, la tubería de reboses de la bomba de alta presión y el tubo inyector que es el que alimenta el inyector.

Ilustración 27 - Tubo inyector

3. Movemos el cigüeñal para colocar el pistón en el punto muerto alto.

4. Colocamos los útiles de la foto en cada tuerca.

Ilustración 28 - Útil de extracción de culata

Ilustración 29 - Posición de los útiles en la culata

5. Colocamos la araña hidráulica y con la bomba manual vamos subiendo la presión hasta 800 bares. Ahora aflojamos las tuercas con el pin y sacamos los útiles.

Ilustración 30 - Araña hidráulica

Ilustración 31 - Bomba manual

Ilustración 32 - Aflojado de la culata

6. Quitamos las tuercas y en su lugar ponemos unos útiles que evitan que se dañe la rosca al sacar la culata.

Ilustración 33 - Útil protector de roscas 1

Ilustración 34 - Útiles protectores de roscas 2

7. Colocamos la pieza de la foto y con un ternal sacamos la culata.

Ilustración 35 - Útil extractor de culata

Ilustración 36 - Izado de la culata

8. Secamos la camisa y la cabeza del pistón con trapos limpios y sacamos la junta de cobre.

Ilustración 37 - Limpieza de la camisa y del pistón

9. Miramos el asiento de la culata y vemos que esta la junta de goma partida y el asiento deteriorado y que presenta grietas. Por ello se decide poner una culata nueva que poseen de respeto en el almacén.

Ilustración 38 - Asiento de la culata

10. Cambiamos todas las juntas por nuevas. Para facilitar el montaje se coloca vaselina a todas las juntas exceptuando las juntas del colector de escape que se deben de untar con una grasa especial que nos suministra el fabricante en sus kits de repuestos.

Ilustración 39 - Kit de juntas nuevas

11. Se coloca la culata nueva, se conecta todo y se realiza el apretado de los tornillos con la araña igual que en los pasos iniciales pero a la inversa.

Ilustración 40 - Culata de respeto

Rearme de los disparadores de las válvulas de seguridad de los tanques de combustible.

Ante una inminente inspección de Capitanía Marítima se comprobaron los disparadores de las válvulas de seguridad de los tanques de combustible y se vio que no funcionaban.

Ilustración 41 - Disparadores de las válvulas de seguridad

El fallo era debido a que faltaba aceite en el circuito hidráulico y no era suficiente para provocar el disparo. Se llenó el sistema de aceite SAE 80 y moviendo la palanca de disparó repetidamente se purgó hasta que se escuchaba el disparo, lo cual significaba que la válvula se había cerrado automáticamente.

Para volver a rearmar el sistema se debe de cerrar la válvula, posteriormente sacar el actuador hidráulico y finalmente volver a abrir la válvula.

Ilustración 42 - Válvula de seguridad

Mantenimiento preventivo realizado a bordo

Limpieza del detector de niebla

Pertenece al programa de mantenimiento preventivo de la empresa y se realiza con una periodicidad de vez cada dos meses. Se debe de coger el kit de limpieza del detector de niebla y con unos palillos que nos proporciona este kit, frotamos los espejos por donde pasan los gases de escape del cárter para que el detector los analice. Una vez limpios evitamos una falsa alarma por suciedad.

Ilustración 43 - Kit de limpieza del detector de niebla

Ilustración 44 - Apertura del detector de niebla

Comprobación del estado de los inyectores

Según el programa de mantenimiento de la empresa cada 2400 horas de uso se debe de comprobar el estado de los inyectores de los motores principales. Para ello se deben de sacar los inyectores de estos motores.

El procedimiento a seguir es el siguiente.

1. Cerramos la válvula de entrada de gasoil de los tanques de servicio diario de cada motor principal.

2. Desconectamos la tubería de reboses y la que comunica la bomba de alta presión de combustible y el inyector (tubo inyector).

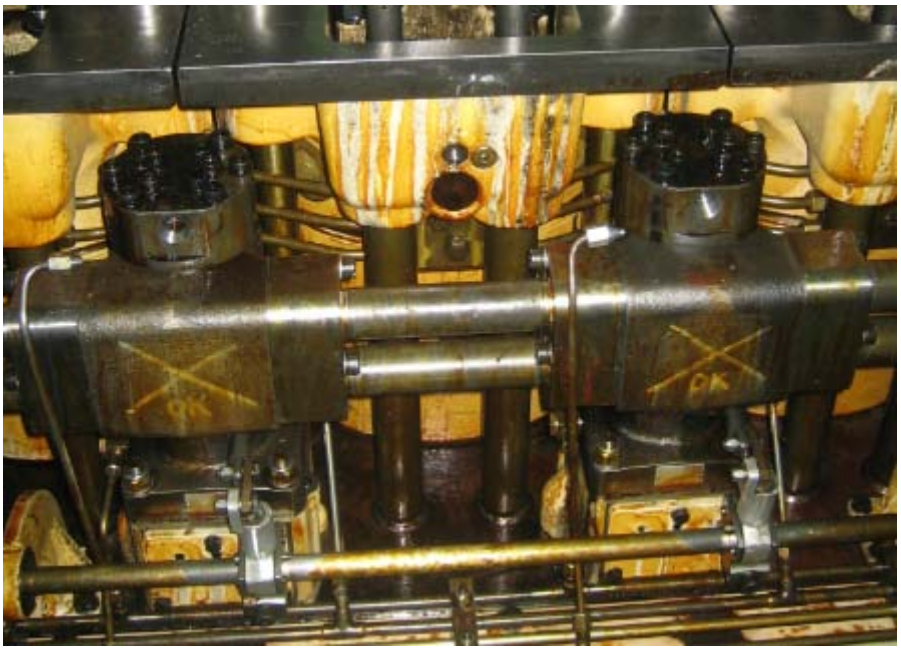

Ilustración 45 - Tubería de reboses de la bomba de alta presión de gasoil

3. Colocamos el útil para sacar los inyectores y los sacamos.

Ilustración 46 - Útil para sacar inyectores

4. Una vez sacado el inyector se debe de limpiar la camisa y el asiento del inyector con un trapo limpio y una varilla.

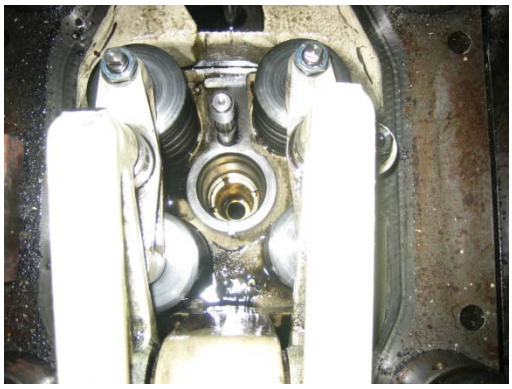

Ilustración 47 - Limpieza del asiento y camisa del inyector

5. A continuación realizamos el despiece de los inyectores.

Ilustración 48 - Despiece de inyectores

6. Limpiamos el espejo con un papel limpio, si no queda bien se deben de esmerilar.

Ilustración 49 - Limpieza del espejo del inyector

7. Colocamos MOLIKOTE (óxido de cobre) en la rosca de la tobera para facilitar el desenroscado en el siguiente despiece.

Ilustración 50 - Molikote

Ilustración 51 - Tobera con molikote

8. Lubricamos la aguja del inyector con aceite mineral.

9. Taramos el inyector a 450 bares tal como dice el fabricante, moviendo la tuerca superior. Una vez tarado apretamos la tuerca inferior de mayor grosor para fijar la presión de inyección en el inyector.

Ilustración 52 - Tarado del inyector

10. Ponemos una arandela untada con MOLIKOTE en la tobera del inyector y colocamos el inyector con el útil de los inyectores.

11. Se conecta la tubería de alimentación del inyector con la bomba de alta presión de gasoil.

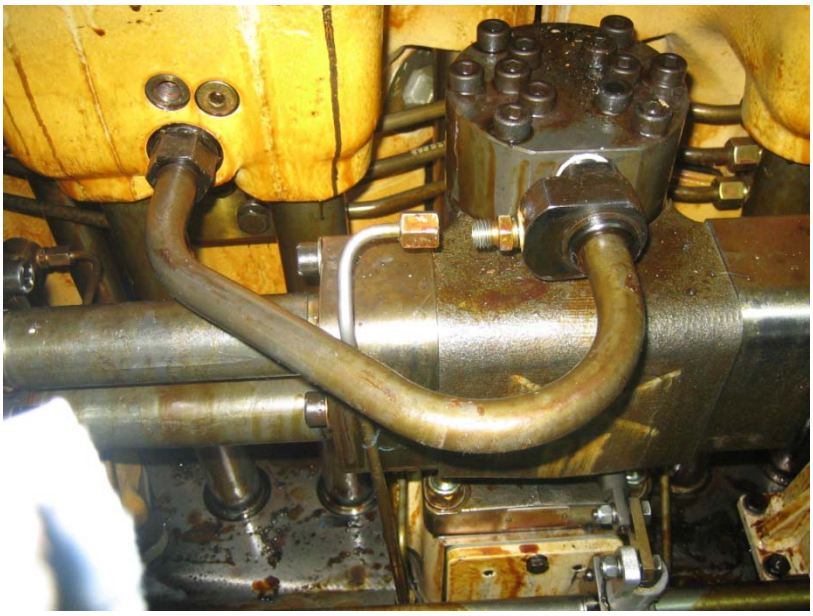

Ilustración 53 - Tubería de alimentación de los inyectores

12. Prelubricamos el motor, lo soplamos y lo arrancamos.

Ilustración 54 - Apertura de la purga de soplado

13. Comprobamos que no hay salida de gasoil por el orificio de la tubería de reboses, ya que esta está envainada y significaría que la interna tiene pérdidas.

14. Apagamos el motor, conectamos la tubería de reboses y colocamos las tapas superiores del motor.

Ilustración 55 - Colocación de las tapas del motor

Reglaje de válvulas de los motores principales

Es una tarea de mantenimiento preventivo que se realiza cada 1000 horas. Para ello se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Colocar el virador eléctrico.

2. Quitar las tapas superiores del motor.

3. Abrir las purgas de aire.

4. Limpiar la parte superior de los empujadores de los balancines.

5. Giramos el volante de inercia hasta que tengamos el pistón en la fase de compresión, ya que así nos aseguramos que ambas válvulas están cerradas y podremos medir la holgura.

6. Colocamos el comparador tal como se indica en la foto y con una llave hacemos palanca, para ajustarlo a los valores que nos indica el fabricante. Se puede ver a continuación una tabla con los valores.

Ilustración 56 - Comparador de holguras

Holguras permitidas	
Válvulas de admisión	0.35 mm
Válvulas de escape	0.50 mm

7. Para ajustarlo se afloja la tuerca inferior y con la superior regulamos la holgura necesaria, una vez que está en los valores que marca el fabricante, apretamos la tuerca inferior para fijarlo.

Ilustración 57 - Tuerca inferior del balancín

8. Se debe de realizar con cada cilindro. El orden seguido fue: 1, 6, 2, 4, 3, 7 y 5, empezando por popa.

9. Una vez terminado se prelubrica el motor, se sopla y se pone en marcha para comprobar el buen funcionamiento.

Reglaje de válvulas de los motores auxiliares

Al igual que con los motores principales el reglaje de válvulas de los motores auxiliares se debe de realizar cada 1000 horas. Para ello se siguen los siguientes pasos:

1. Quitar las tapas del motor.

Ilustración 58 - Vista superior de las válvulas de los motores auxiliares

2. Se coloca una llave de carraca con un alargo para poder girar el eje del cigüeñal.

Ilustración 59 - Virador manual

3. Colocamos el pistón en punto muerto alto en la fase de compresión, que será cuando tenemos las válvulas cerradas y por lo tanto los balancines tienen holgura con sus empujadores. Se coloca una galga de 0.35 mm tanto en las válvulas de admisión como en las de escape, que es el valor aconsejado por el fabricante, y se fija esta distancia apretando una tuerca.

Ilustración 60 - Reglaje de válvulas de motores auxiliares

4. El orden seguido para el reglaje de válvulas fue: 1,5,3,6,2 y 4, empezando por popa.

5. Una vez regladas se desmonta la carraca, se ponen las tapas y se arranca el motor.

Cambio de filtros de gasoil de Motores auxiliares

Según el mantenimiento preventivo de la empresa cada 600 horas se deben de cambiar los filtros de gasoil. El procedimiento es el siguiente:

1. Con el útil de sacar filtros sacamos los filtros de gasoil, colocando un cubo debajo para controlar reboses. Los filtros viejos se deben de verter a un recipiente adecuado para su destrucción.

Ilustración 61 - Útil para sacar filtros

2. Se unta la junta del filtro con aceite y se colocan con el útil de sacar filtros.

Ilustración 62 - Untado del filtro de gasoil

3. Se abre la purga y con la bomba manual se va llenando el filtro de gasoil.

4. Una vez lleno se mueve la palanca del selector de filtro para llenar el otro filtro de gasoil y se repite el paso tres para este filtro.

Ilustración 63 - Selector de filtro

5. Una vez purgado el sistema de gasoil se cierra la purga.

Cambio del filtro de aceite de los motores auxiliares

Según el mantenimiento preventivo de la empresa cada 1000 horas se debe cambiar el filtro de aceite. El procedimiento es el siguiente:

1. Vaciamos de aceite el motor con la bomba manual que se puede ver en la foto.

Ilustración 64 - Bomba manual de aceite

2. Con el útil de sacar filtros sacamos el filtro de aceite.

3. Colocamos un cubo debajo para controlar los reboses y recoger el filtro.

Ilustración 65 - Forma de sacar el filtro

4. En el filtro nuevo se coloca aceite en la junta de unión y se coloca en el motor.

5. Volvemos a llenar el motor de aceite.

Ilustración 66 - Llenado de aceite de motores auxiliares

Flexiones del eje del cigüeñal

Cada doce meses se deben de tomar las flexiones del eje del cigüeñal de los motores principales para comprobar si estamos por debajo de los niveles mínimos que dice el fabricante. Se toman valores radiales y axiales.

Flexiones máximas permitidas			
Radial		**Vertical**	**Horizontal**
	En volante de inercia	10 mm	5 mm
	Todos los demás	5 mm	5 mm
Axial		2 mm	

El procedimiento es:

1. Colocamos el virador eléctrico.

2. Se quitan las tapas del cárter.

Ilustración 67 - Tapas del cárter

3. Para tomar los valores radiales se coloca el comparador en la posición 1 y se pone a cero el comparador. A continuación se puede ver el criterio de signos que vamos a seguir con en el proceso:

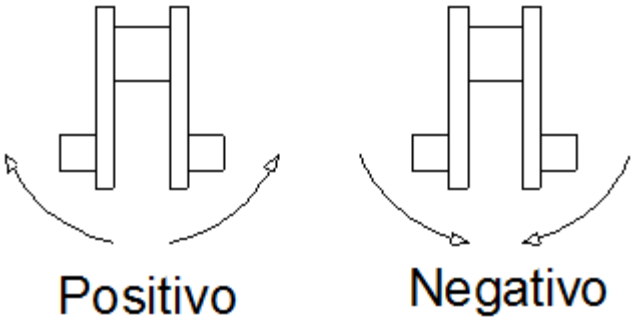

Ilustración 68 - Criterio de signos

4. Con el virador vamos girando el cigüeñal para tomar los valores 1, 2, 3 y 4 para cada cilindro de los motores principales.

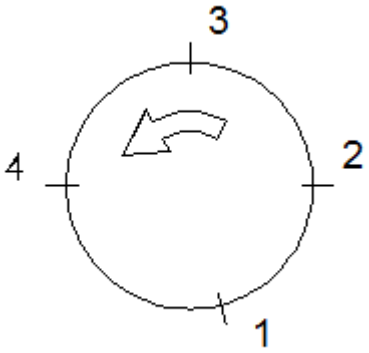

Ilustración 69 - Secuencia de medidas

Ilustración 70 - Colocación del comparador

A continuación se pueden ver los valores tomados:

Motor principal de babor						
Axial	**1**	**2**	**3**	**4**	**Flexión vertical**	**Flexión horizontal**
Cilindro 1	0	-2.5	-4.5	-2.25	-4.5	0.25
Cilindro 2	0	-2	-3	-1	-3	1
Cilindro 3	0	-0.75	-1.5	0.25	-1.5	1
Cilindro 4	0	0	0.25	0.75	0.25	0.75
Cilindro 5	0	1	1	1	1	0
Cilindro 6	0	0	-1.5	-0.25	-1.5	-0.25
Cilindro 7	0	0	-0.25	0	-0.25	0
Cilindro 8	0	-0.5	0	-0.75	0	-0.25
Radial				1.40 mm		

Motor principal de estribor						
Axial	**1**	**2**	**3**	**4**	**Flexión vertical**	**Flexión horizontal**
Cilindro 1	0	-2.25	-1	-2	-1	0.25
Cilindro 2	0	0.25	-0.5	1	-0.5	0.75
Cilindro 3	0	0.25	0.75	1.75	0.75	1.5
Cilindro 4	0	0.75	1.25	1.5	1.25	0.75
Cilindro 5	0	0.75	0.25	0.75	0.25	0
Cilindro 6	0	0.75	0.25	0.5	0.25	-0.25
Cilindro 7	0	0	0	0.25	0	0.25
Cilindro 8	0	-1	-1	-1	-1	0
Radial				1.30 mm		

Para los valores axiales se utiliza otro tipo de comparador y se coloca como se indica en la fotografía. Con una pata de cabra desplazamos el eje hacia proa. Una vez en esta posición se ha de poner a cero el comparador y con la misma pata de cabra desplazamos el eje en el sentido opuesto. El valor que marque el comparador será el de la flexión axial del eje.

Ilustración 71 - Colocación del comparador axial

Si comparamos nuestros valores con las flexiones máximas permitidas vemos que estamos dentro de los límites permitidos y por lo tanto no debemos de realizar ninguna acción.

Limpieza de generadores

Según el preventivo de la empresa se debe realizar una limpieza de los circuitos eléctricos de los generadores cada 24 meses.

Para ello, se quita la tapa de las conexiones del generador y con la aceitera de la imagen cargada de ANSATRONIC, liquido limpiador de seguridad para circuitos eléctricos y conectada al sistema de aire comprimido se rocían los generadores y se deja secar.

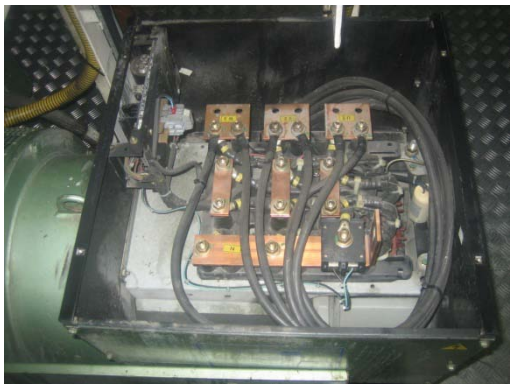

Ilustración 72 - Conexiones del generador

Ilustración 73 - Aceitera de limpieza

Comprobación de la presión máxima de los cilindros de los motores principales

Debido a una inminente inspección de Capitanía Marítima para controlar la emisión de NO_x se realizó una comprobación de la presión máxima de los cilindros de los motores principales.

Para ello con el remolcador apoyado en el muelle y dando la máxima potencia, se realiza el siguiente proceso.

1. Abrimos las tapas del motor.

2. Cogemos el indicador de presiones.

Ilustración 74 - Indicador de presiones

3. Apuntamos el índice de cremallera de la bomba de alta presión de gasoil de cada cilindro cuando el remolcador va a la máxima potencia.

4. Abrimos la purga de aire, para limpiar conductos y la cerramos inmediatamente.

5. Colocamos el indicador de presiones y abrimos la purga de aire.

6. Apuntamos la presión máxima que nos indica el aparato para cada cilindro.

El resultado obtenido se puede ver en las tablas siguientes:

Parámetros de presiones máximas babor a 995 rpm				
Cilindro	**Presión máxima**	**Temperatura de escape**	**Índice de cremallera**	**Avances**
1	168	362	25	9.5
2	170	352	24	9.5
3	170	389	23.5	9.3
4	170	370	24	9.3
5	170	370	23	9.5
6	167	356	23	9.5
7	170	356	23	10.1
8	168	351	24	9.3
Media	169.125	363.25	23.44	9.5

Parámetros de presiones máximas estribor a 985 rpm				
Cilindro	**Presión máxima**	**Temperatura de escape**	**Índice de cremallera**	**Avances**
1	192	398	24	9.5
2	192	402	23	9.5
3	196	371	23	9.5
4	197	381	24	9.5
5	194	382	24	9.5
6	197	383	23	9.5
7	191	383	23	9.5
8	193	402	23.5	9.5
Media	194	388	23.44	9.5

Comprobación del avance de los motores principales

En Capitanía Marítima para controlar la emisión de NO_x también revisarán que el avance de la inyección sea el que indica el fabricante en los manuales.

Avance de la inyección 12º

El procedimiento para comprobar el avance es:

1. Abrimos las tapas y las purgas de aire.

2. Colocamos el virador eléctrico.

3. Quitamos los tapones laterales que hay en la bomba de alta presión de gasoil. Soplamos el orificio que dejan para eliminar restos de combustible. Estos

agujeros están situados a la misma altura del vástago de la cremallera y uno opuesto del otro de manera que si iluminamos uno podemos ver luz en el orificio opuesto.

4. En el volante de inercia están marcados los grados y también nos indica que cilindros están en punto muerto alto y cuales en punto muerto bajo.

5. Nos colocamos en el punto muerto alto, cuando está en la fase de compresión, del cilindro en el que queremos ver la inyección. Con una linterna iluminamos uno de los orificios y comenzamos a girar el motor en el sentido de giro de trabajo del motor, cuando se deje de ver la luz significa que el vástago de la cremallera ha entrado para comenzar la inyección de gasoil. Este es el valor de la cremallera.

El adelanto de la inyección esta en 12 º tal como indica el fabricante.

Mantenimiento predictivo realizado a bordo

Sustitución del agua de refrigeración de los motores auxiliares

Cada 180 días naturales se debe de realizar un análisis del agua de refrigeración de los motores, tanto principales como auxiliares. Para ello se toma una muestra que remitimos a una empresa externa que lo analizará y posteriormente enviará el resultado a Remolcadores de Barcelona.

Después de realizar el análisis esta empresa informó a Remolcadores de Barcelona que debía cambiar el agua de refrigeración del motor auxiliar número dos.

En primer lugar abrimos el drenaje del líquido de refrigeración para vaciar el motor de agua. En la fotografía inferior se puede observar el tapón de drenaje del agua de refrigeración. Una vez vacio se vuelve a cerrar.

Ilustración 75 - Drenaje de agua de los motores auxiliares

A continuación abrimos la válvula que comunica con el tanque de agua dulce y añadimos una cantidad de un 15 % aproximadamente de PROT-AIGUA 707 tal como se indica en las fotografías.

Ilustración 76 - Llenado de PROT-AIGUA

Ilustración 77 - Llenado de agua

El líquido PROT-AIGUA 707 es un antiincrustante que nos elimina impurezas del agua y evita incrustaciones que nos

Ilustración 78 - Recipiente de PROT-AIGUA 707

provocarían el taponado de los tubos y sus correspondientes perdidas de carga.

Cuando está lleno de agua más un 15 % PROL-AIGUA 707 abrimos la válvula del circuito de refrigeración de agua dulce más alta del motor, en nuestro caso la que se ve en la imagen inferior.

Ilustración 79 - Purgado del circuito de refrigeración

Encendemos el motor y cerramos esta válvula cuando solo salga líquido, así purgamos el circuito de aire.

Se aprovechó para el engrase de la bomba de agua de refrigeración de los motores auxiliares. Para ello llenamos la engrasadora de grasa e introducimos grasa por el punto de engrase, tal como se indica en la fotografía inferior.

Ilustración 80 - Bidón de grasa

Ilustración 81 - Engrase de la bomba de agua

CONCLUSIONES

Debido a que actualmente estoy trabajando, me decidí por la empresa Remolcadores de Barcelona para realizar las prácticas de embarque ya que disponía de una flexibilidad de horarios que en un barco normal no la hubiese tenido.

Aún así creo que es el sitio idóneo para hacer las prácticas de embarque, siempre que se trate de un alumno de máquinas, por qué esta empresa dispone de un centro de mantenimiento que se encarga del mantenimiento de toda la flota. De esta manera aprendes a realizar el mantenimiento de seis barcos diferentes. El único problema se encuentra en que estos barcos funcionan con gasoil y por lo tanto debería prolongar mi embarque en una empresa que utilice fuel.

Debido a que los alumnos se encuentran en el centro de mantenimiento, se aprende mucho de mantenimiento pero poco de maniobras, por ello creo que se debería salir a navegar una vez a la semana. De todas maneras también he navegado, ya que cuando se acababa alguna reparación importante salíamos a navegar para comprobar que todo era correcto.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de instrucciones y mantenimiento. IBERCISA

Operating, service and maintenance manual of BERGEN C25:33-L8P

Service manual Aquapilot Control System ULSTEIN AQUAMASTER – AZIMUTH THRUSTERS. AQM US 255 CP

Instrucciones de funcionamiento MMB Sistema de separación ALFA LAVAL MARINE AND POWER

Manual de instrucciones M25C2 25.3 Tohatsu Corporation

Manual de mantenimiento y utilización RIBO 340

Manual técnico para instalación, operación y mantenimiento del separador de sentinas CPS-2.5B MKIII+EBM14x1

Manual de planta de tratamiento de aguas fecales STP-0.5 FACET INTERNATIONAL

Libro de uso y entretenimiento de SERIES H 33/44 66/S74 GUASCOR S.A.